

微小な惑星間空間磁場に対する電離圏対流の応答

岩木美延¹、片岡龍峰(2)²、渡辺正和(3)³、藤田茂(4)⁴、行松彰(5)⁵、細川敬祐(6)⁵、田中高史(7)³

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻

²国立極地研究所・総合研究大学院大学

³九州大学大学院理学研究院

⁴気象庁気象大学校

⁵電気通信大学大学院情報理工学研究科

Ionospheric convection response to small interplanetary magnetic field

M. Iwaki¹, R. Kataoka², M. Watanabe³, S. Fujita⁴, A. S. Yukimatsu², K. Hosokawa⁵ and T. Tanaka³

¹Department of earth and planetary sciences, Faculty of sciences, Kyushu University

²National institute of polar research SOKENDAI (The graduate University for advanced studies)

³Graduate school of sciences, Kyushu University

⁴Meteorological college, Japan meteorological agency

⁵Department of communication engineering and informatics, University of electro communications

Ionospheric convection has been investigated in terms of interplanetary magnetic field (IMF) B_z . For northward IMF, the remnant convection is interpreted as a viscous interaction. We suggest, however, that there is another possibility of the remnant convection. We have investigated the ionospheric convection for extremely weak northward IMF using observational data from Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN). To investigate statistically we use a map potential database which is established by Grocott [2009]. We have found a minimum in the cross polar cap potential for northward IMF at $\sim 1\text{nT}$. When the activity of the Sun becomes extremely weak like the Maunder minimum, it is considered that the solar wind has a vanishingly small magnetic field. Thus, to predict the magnetospheric and ionospheric phenomena in the next ground minimum, we must first understand the convection for extremely small IMF.

Using global magneto-hydrodynamic (MHD) simulations, we have demonstrated the magnetosphere-ionosphere convection system for many IMF conditions. The ionospheric convection for southward IMF becomes strong with the increase of the magnetic field strength because the merging cell driven by dayside reconnection becomes bigger. Meanwhile, for small northward IMF, the ionospheric convection becomes weak with the increase of the magnetic field strength until $\sim 1\text{nT}$, because the merging cell becomes small as a natural continuation from southward IMF. Beyond 1nT , however, we found that the ionospheric convection becomes stronger because the lobe cell becomes bigger. Thus, for northward IMF, there is a minimum cross polar cap potential at $\sim 1\text{nT}$ where the sum of the merging cell potential and the lobe cell potential becomes minimum. The cusp pressure in the magnetosphere and the merging cell potential in the ionosphere are directly proportional. Thus, we conclude that for extremely weak IMF, the ionospheric convection also arises from the magnetospheric Region 1 field-aligned current dynamo which is formed by dayside subsolar reconnection, as in the same way for strong southward IMF. However, for strong northward IMF, that structure changes.

Using simulation and observation data, we will show the ionospheric convection for weak IMF from the point of views of the null-separator structure and the convection driver theory.

電離圏対流は惑星間空間磁場 (IMF) B_z に関連して数々の研究がなされてきており、北向き IMF に対しては粘性相互作用が卓越すると予想されてきた。しかし、Super DARN レーダーを用いて弱い北向き IMF に対する電離圏対流の応答を Grocott [2009] によって作られた統計データベースを用いて調べると、IMF が北向きのとき極冠電位差 (cross polar cap potential) は一定の強度を維持することはなく、北向き 1nT 付近で最小値をとることが明らかになった。一方、数々の研究で Maunder 極小期の太陽風磁場は、太陽活動の低下に伴い減少することが予測されており、そのため次のグランドミニマムにおける磁気圏・電離圏現象を予測するためには、まずこの小さい IMF に対する電離圏対流を理解しなければいけない。

グローバル MHD シミュレーションを用いて、IMF に対する磁気圏-電離圏対流系を再現した。電離圏対流は IMF 南向き時には昼間側リコネクションによるマーキングセルの強化によって磁場強度が強いほど極冠電位差も大きくなる。一方、IMF 北向き時には磁場強度が強くなるほどマーキングセルポテンシャルは減少する。しかし 2nT 付近を超えると、ローブセルポテンシャルが増大することがわかった。そのため北向きにおける極冠電位差はマーキングセルポテンシャル、ローブセルポテンシャルの和が最も小さくなる 1nT 付近で極小となる。さらに磁気圏の現象に着目するとマーキングセルポテンシャルの縮小に比例してカusp領域の圧力は弱くなる。南向きでは一貫

してその傾向があるが、北向きでも 1nT 程度まではこの傾向がある。そのことから磁場の極めて弱い状況においても強い南向き同様の昼側リコネクションに起因する電離圏対流が生じていることがわかった。すなわち、リコネクションによりカスプ高緯度境界にダイナモが生じ、これが Region 1 沿磁力線電流、ひいては電離圏対流を駆動する。

我々は弱い IMF に対する電離圏対流をシミュレーションと観測の両者を用いて、磁気圏磁場構造（磁気中性点やセパレーターなど）および対流駆動源に着目して明らかにする。